

Lecciones Aprendidas



De los participantes de Natural Gas STAR

OPCIONES PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE METANO DE LOS DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS EN LA INDUSTRIA DE GAS NATURAL (Options for Reducing Methane Emissions from Pneumatic Devices in the Natural Gas Industry)

Resumen gerencial

Los dispositivos neumáticos activados por gas natural presurizado se usan ampliamente en la industria de gas natural, por ejemplo en aplicaciones de controladores de nivel de líquido, reguladores de presión y controladores de válvulas. Las emisiones de metano de los dispositivos neumáticos, que según cálculos son del orden de los 31 mil millones de pies cúbicos por año en el sector de producción, 16 mil millones de pies cúbicos por año en el sector de procesamiento y 14 mil millones de pies cúbicos en el sector de transmisiones, son una de las fuentes más importantes de emisiones de metano liberadas por la industria de gas natural. Puede ser rentable reducir estas emisiones reemplazando dispositivos que producen alto venteo con dispositivos de bajo venteo, readaptando los dispositivos de alto venteo y mejorando las prácticas de mantenimiento.

Los participantes de Natural Gas STAR han logrado importantes ahorros y reducciones de las emisiones de metano mediante el reemplazo, la readaptación y el mantenimiento de dispositivos neumáticos que producen alto venteo. Los participantes han concluido que la mayoría de inversiones en readaptación se recuperan en poco más de un año, y los reemplazos en un plazo mínimo de 6 meses. A la fecha, los participantes de Natural Gas STAR han logrado ahorros de 20.4 mil millones de pies cúbicos mediante la readaptación o el reemplazo de dispositivos neumáticos de alto venteo por dispositivos de bajo venteo, lo cual representa ahorros de \$61.2 millones. Los ahorros individuales variarán según el diseño, condición y aspectos de operación específicos del controlador.

Acción	Volumen de gas ahorrado (miles de pies cúbicos/año)	Valor del gas ahorrado (\$/año) ¹	Costo de implementación (\$)	Período de recuperación de inversión (meses)
Reemplazo:				
Cambiar a un dispositivo de bajo venteo al final de la vida útil. Reemplazo anticipado de unidad de alto venteo.	50 a 200	150 a 600	150 a 250 ²	5 a 12
	260	780	1,350	21
Readaptación	230	690	500	9
Mantenimiento	45 a 260	135 a 780	Insignificante a 350	0 a 5

¹Costo de gas \$3.00/mil pies cúbicos.
²Costo incremental del equipo de bajo venteo comparado con equipo de alto venteo.

Esta publicación es una de la serie de resúmenes de Lecciones Aprendidas desarrollados por EPA en cooperación con la industria de gas natural que tratan acerca de las aplicaciones superiores del Programa de Mejores Prácticas Administrativas (BMP, siglas en inglés) de Natural Gas STAR y Oportunidades Identificadas por los Participantes (PRO, siglas en inglés).

Antecedentes tecnológicos

La industria de gas natural utiliza una variedad de dispositivos de control para operar válvulas y controlar los niveles de presión, flujo, temperatura o líquido. Los dispositivos de control pueden activarse mediante electricidad o aire comprimido, cuando éste está disponible y es económico. Sin embargo, en la mayoría de aplicaciones, la industria de gas usa dispositivos neumáticos que emplean energía proveniente del gas natural presurizado.

Los dispositivos neumáticos activados por gas natural realizan una variedad de funciones en los tres sectores de la industria de gas natural. En el sector de producción se utilizan aproximadamente 250,000 dispositivos neumáticos para controlar y monitorear los flujos y los niveles de gas y líquidos en deshidratadores y separadores, la temperatura en regeneradores de deshidratadores y la presión en tanques de venteo. En el sector de procesamiento se utilizan aproximadamente 13,000 dispositivos de gas neumático para control de deshidratación de glicol y compresores en estaciones colectoras/impulsadoras y válvulas de aislamiento en plantas de procesamiento (el control de procesos en plantas de procesamiento de gas es predominantemente aire para instrumentación).

En el sector transmisión, un estimado de entre 90,000 y 130,000 dispositivos neumáticos accionan válvulas de aislamiento y regulan el flujo de gas y la presión en las estaciones compresoras, gaseoductos e instalaciones de almacenamiento. Los dispositivos neumáticos también se encuentran en los medidores de las estaciones de compuerta de las compañías de distribución, donde regulan el flujo, la presión y la temperatura.

Como parte de la operación normal, los dispositivos neumáticos liberan o expelen gas a la atmósfera y, consecuentemente, son una fuente importante de emisiones de metano de la industria de gas natural. La tasa de liberación actual o niveles de emisiones depende en gran parte del diseño del dispositivo.

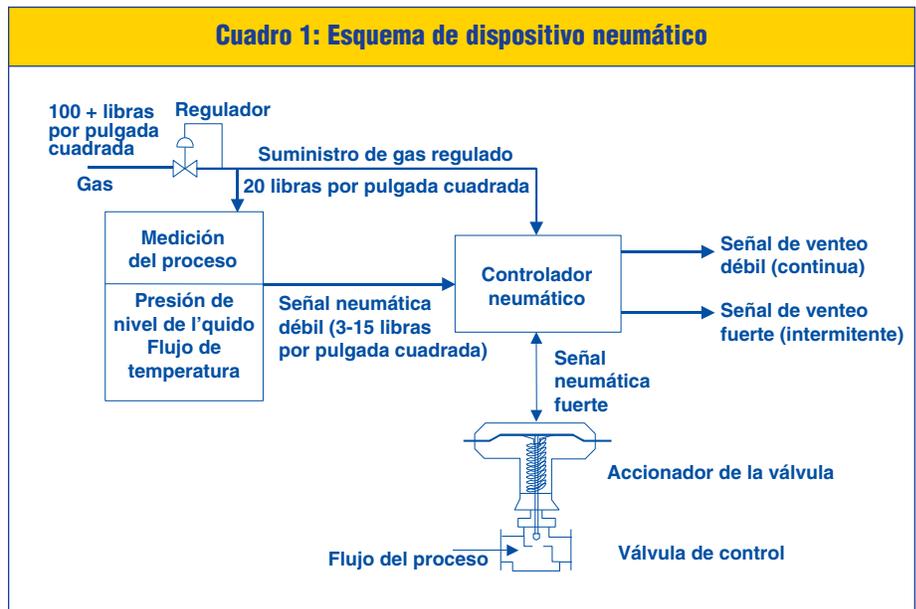
Definición de dispositivo neumático de alto venteo

Cualquier dispositivo neumático que pierda más de 6 pies cúbicos estándar por hora (más de 50 mil pies cúbicos por año) es considerado dispositivo de alto venteo por el Programa de Natural Gas STAR.

El Cuadro 1 muestra un esquema de un sistema de control neumático de gas. El gas natural limpio, seco y presurizado se regula a una presión constante, generalmente alrededor de 20 psig (libras por pulgada cuadrada leídas en el manómetro). Este suministro de gas se usa como suministro de alimentación y señal. Se envía un pequeño flujo a un dispositivo que mide una condición del proceso (nivel de líquido, presión de gas, flujo, temperatura). Este dispositivo regula la presión de este pequeño flujo de gas (de 3 a 15 psig) en proporción a la condición del proceso. El flujo fluye al controlador de válvulas neumáticas, donde su presión variable se usa para regular el accionador de la válvula.

Para cerrar la válvula mostrada en el Cuadro 1, se dirige gas presurizado a 20 psig al accionador, empujando así el diafragma hacia abajo contra el resorte, el cual, a

través del vástago de la válvula empuja y cierra el tapón de la válvula. Cuando el gas es purgado del accionador, el resorte empuja y abre la válvula. La señal débil indica venteo (liberación) continua a la atmósfera. Los dispositivos electroneumáticos usan una corriente eléctrica baja en lugar del bajo flujo de gas para indicar el accionamiento de la válvula neumática.



En general, los controladores de diseño similar utilizan velocidades de purga de estado estable similares, independientemente de la marca. Los dispositivos neumáticos vienen en tres diseños básicos:

- ★ Los dispositivos de venteo **continua** se usan para modular el flujo, el nivel de líquido o la presión, y generalmente liberan gas a una velocidad estable;
- ★ Los dispositivos de venteo por **accionamiento o intermitente** realizan un control de acción instantánea y liberan gas sólo cuando abren o cierran una válvula o a medida que regulan el flujo de gas; y
- ★ Los dispositivos **autónomos** liberan el gas en el gaseoducto corriente abajo, no en la atmósfera.

Para reducir las emisiones de los dispositivos neumáticos pueden emplearse las siguientes opciones, ya sea independientemente o en combinación:

1. Reemplazar dispositivos de alto venteo con dispositivos de bajo venteo que tienen capacidades de rendimiento similares.
2. Instalar kits de readaptación de bajo venteo en los dispositivos de operación.
3. Mejorar el mantenimiento, limpieza y ajuste, reparar o reemplazar empaquetaduras que producen fugas, tubos y sellos.

La experiencia de campo muestra que hasta un 80 por ciento de todos los dispositivos de alto venteo pueden reemplazarse con equipos de bajo venteo o readaptados. El Cuadro 2 lista las opciones generales aplicables para diferentes requisitos de controlador.

Cuadro 2: Opciones para reducir las emisiones de gas por tipo de controlador			
Acción	Tipos de dispositivos neumáticos		
	Controladores de nivel	Controladores de presión	Posicionadores/transductores
<u>Reemplazos</u> Alto venteo con bajo venteo	X	X	X (electro-neumáticos)
<u>Readaptaciones</u> Instalar kits de readaptación	X	X	X
<u>Mantenimiento</u> Suministro reducido de gas presión/reemplazo resortes/re-bench	X	X	X
Reparación de fugas, limpieza y ajuste	X	X	X
Cambiar ajuste de ganancia	X	X	
Extraer posicionadores innecesarios			X

En general, la velocidad de venteo también varía con la presión del suministro de gas neumático, la frecuencia de accionamiento y la antigüedad o condición del equipo. Debido a la necesidad de precisión, los controladores de operación rápida liberan más gas que los dispositivos de operación lenta. La condición de un dispositivo neumático es un indicador de potencial de emisiones más importante que la antigüedad; los dispositivos neumáticos bien mantenidos funcionan eficientemente por muchos años.

La reducción de emisiones de metano provenientes de dispositivos neumáticos de alto venteo a través de las opciones presentadas anteriormente producirá beneficios importantes, entre ellos:

- ★ **Rendimiento financiero como resultado de la reducción de emisiones de gas.** Suponiendo que el precio del gas natural es \$3.00 por mil pies cúbicos, los ahorros resultantes de menores emisiones pueden ser entre \$135 y \$780 o más por año por dispositivo. En muchos casos, el costo de la implementación se recupera en menos de un año.
- ★ **Mayor eficiencia de operación.** La readaptación o reemplazo total de las unidades usadas puede proporcionar un mejor rendimiento y confiabilidad a nivel de todo el sistema y mejorar el monitoreo de parámetros tales como flujo de gas, presión o nivel de líquido.

Beneficios económicos y para el medio ambiente

Proceso de decisión

- ★ **Menores emisiones de metano.** Las reducciones en las emisiones de metano pueden ser de 45 a 260 mil pies cúbicos por dispositivo por año, dependiendo del dispositivo y de la aplicación específica.

Los operadores pueden determinar la opción de reducción de emisiones de gas más apropiada para su situación siguiendo el proceso de decisión indicado a continuación. Dependiendo de los tipos de dispositivos implicados, es posible que sea apropiado usar una o más opciones de reducción de emisiones de gas neumático.

Cinco pasos para reducir las emisiones de metano provenientes de los dispositivos neumáticos:

1. Ubicar y describir los dispositivos de alto venteo;
2. Establecer la factibilidad técnica y costo de alternativas;
3. Calcular los ahorros;
4. Evaluar los aspectos económicos; y
5. Desarrollar un plan de implementación.

Paso 1: Ubicar y describir los dispositivos de alto venteo. Primero los participantes deben identificar los dispositivos de alto venteo que son candidatos para reemplazo, readaptación o reparación. El proceso de identificación y descripción puede ocurrir durante el mantenimiento normal o durante una evaluación de los dispositivos neumáticos a nivel de toda la planta o específicos de la instalación. Anote, por cada dispositivo neumático, la ubicación, función, marca y modelo, condición, antigüedad, vida útil restante estimada y características de velocidad de venteo (volumen y si es intermitente o continuo).

La velocidad de venteo del dispositivo neumático puede determinarse mediante medición directa o a través de los datos proporcionados por el fabricante. La velocidad directa puede incluir estudios sobre embolsado en instrumentos seleccionados, mediciones de muestreo de alto volumen (vea "Inspección directa y mantenimiento en estaciones de compresor", Lecciones Aprendidas), o el método de medición de fugas estándar del operador. Los operadores determinarán que no es necesario medir las velocidades de venteo en cada dispositivo. En la mayoría de casos, es suficiente obtener muestreos de medición de algunos dispositivos. La experiencia indica que las tasas de venteo de los fabricantes se subestiman, por lo tanto deben obtenerse datos de medición cuando sea posible.

El Apéndice A contiene información relacionada a marcas, modelos y emisiones de gas – según datos proporcionados por los fabricantes – para varios dispositivos neumáticos. Ésta no es una lista completa pero cubre los dispositivos usados más comúnmente. También incluye datos reales de campo sobre volúmenes de venteo, si están disponibles.

Paso 2: Establecer la factibilidad técnica y costo de alternativas.

Casi todos los dispositivos neumáticos de alto venteo pueden reemplazarse o readaptarse con equipos de bajo venteo. Consulte con su distribuidor de dispositivos neumáticos o con un especialista en instrumentación para obtener información sobre disponibilidad, especificaciones y costo de dispositivos

Sin embargo, algunos dispositivos de alto venteo no deben reemplazarse con dispositivos de bajo venteo. El control de válvulas de gran tamaño que requiere respuesta rápida y/o precisa a cambios del proceso a menudo requiere controladores de alto venteo. Éstos se encuentran con mayor frecuencia en controladores de presión de descarga y desvío de compresores grandes. EPA recomienda contactar a los distribuidores para obtener información sobre nuevos dispositivos de bajo venteo y acción rápida.

apropiados. Los dispositivos de bajo venteo pueden solicitarse especificando volúmenes de venteo menores de 6 pies cúbicos estándar por hora (scfh, siglas en inglés). Es importante anotar que no todos los fabricantes reportan volúmenes de venteo de la misma manera, y las compañías deben tomar precauciones al hacer compras de dispositivos de bajo venteo.

El Apéndice B lista datos de costos de muchos dispositivos neumáticos de bajo venteo, y resume la compatibilidad de los kits de readaptación con diversos controladores. Ésta no es una lista completa pero cubre la mayoría de dispositivos más comúnmente usados.

El mantenimiento de dispositivos neumáticos es un método económico de reducir emisiones. Todas las compañías deben considerar el mantenimiento como parte importante de su plan de implementación. La limpieza, ajuste y reparación de empaquetaduras, tubos y sellos que producen fugas puede ahorrar entre 5 y 10 pies cúbicos estándar por hora por dispositivo. El ajuste para una operación sobre un mayor rango de banda proporcional a menudo reduce los volúmenes de venteo en un valor de hasta 10 pies cúbicos estándar por hora por dispositivo. La eliminación de posicionadores de válvula innecesarios puede ahorrar hasta 18 pies cúbicos estándar por hora por dispositivo.

Paso 3: Calcular los ahorros. Determine la cantidad de gas que puede ahorrarse con un controlador de bajo venteo, usando la medición de campo del controlador de alto venteo y un dispositivo similar de bajo venteo en servicio. Si estos volúmenes reales de venteo no están disponibles, use las especificaciones de venteo proporcionadas por los fabricantes.

Los ahorros de gas pueden convertirse en valores monetarios de ahorros anuales usando el cálculo de \$3.00 por mil pies cúbicos y multiplicando la reducción de venteo, normalmente especificada en pies cúbicos estándar por hora, por 8,760 horas por año.

Ahorros de gas = (Alto venteo, pies cúbicos estándar por hora) – (Bajo venteo, pies cúbicos estándar por hora)

Ahorros anuales de gas = Ahorros de gas (pies cúbicos estándar por hora) * 8,760 horas/año * Mil pies cúbicos/1000 pies cúbicos estándar * \$3.00/mil pies cúbicos

Paso 4: Evaluar los aspectos económicos. Se puede evaluar la rentabilidad de reemplazar, readaptar o mantener dispositivos neumáticos de alto venteo mediante un análisis económico sencillo. Es pertinente realizar un análisis de costo-beneficio del reemplazo o readaptación, a menos que se requieran características de alto venteo por razones de operación.

El Cuadro 3 ilustra un análisis de costo-beneficio para el reemplazo de un controlador de nivel de líquido de alto venteo. Se analiza el flujo de efectivo en un período de cinco años, el cual muestra la magnitud y cronograma de los costos (mostrados en paréntesis) y los beneficios. En este ejemplo, con una inversión inicial de \$380 se compra un controlador de nivel que ahorra 19 pies cúbicos estándar por hora de

Cuadro 3: Cálculo de rentabilidad del reemplazo						
Tipo de costos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos de implementación, \$ (costos de capital) ¹	(380)					
Ahorros anuales, \$ (nuevo comparado con antiguo) ²		498	498	498	498	498
Costos de mantenimiento, \$ (controlador nuevo) ³		(24)	(24)	(24)	(24)	(24)
Mantenimiento que se evita, \$ (controlador reemplazado) ³		50	50	50	50	50
Beneficio neto	(380)	524	524	524	524	524
Valor presente neto ⁴ = \$1,606 Rendimiento de la inversión = 138%						
Notas: ¹ Costo de cotización de un dispositivo Fisher 2680. Vea el Apéndice B. ² Ahorro anual por dispositivo calculado como el cambio en volumen de venteo de 19 pies cúbicos estándar por hora x 8,760 horas/año = 167 mil pies cúbicos/año a \$3/mil pies cúbicos. ³ Los costos de mantenimiento son estimados. ⁴ Valor presente neto (NPV, siglas en inglés) basado en una tasa de descuento de 10% por 5 años.						

gas. A \$3.00 por mil pies cúbicos, el dispositivo de bajo venteo ahorra \$498 por año. Se muestran los costos anuales de mantenimiento de los dispositivos nuevo y antiguo. El costo de mantenimiento del dispositivo antiguo de alto venteo se muestra como beneficio porque es un costo que se evita. El valor presente neto (NPV, siglas en inglés) es igual a los beneficios menos los costos acumulados en cinco años y con una tasa de descuento de 10% cada año. El rendimiento de la inversión (ROI, siglas en inglés) es la tasa de descuento a la cual el valor presente neto (NPV) generado por la inversión es igual a cero.

El Cuadro 4 ilustra el rango de ahorros ofrecido por métodos probados para la reducción de emisiones de gas. Por razones de simplicidad se supone que el costo de mantenimiento del dispositivo neumático será igual antes y después del reemplazo, readaptación o mantenimiento mejorado.

Como se ve en el Cuadro 4, algunas veces es posible que más de una opción para reducir el venteo de gas sea apropiada y rentable para una aplicación. Para las opciones listadas, tenga en cuenta que el período de recuperación de la inversión con respecto al costo de implementación puede variar entre menos de un mes hasta dos años.

Cuadro 4: Beneficios económicos de reducir las emisiones de dispositivos neumáticos

Acción	Costo¹ (\$)	Reducciones de volumen de venteo² (mil pies cúbicos/ año/dispositivo)	Ahorros anuales³ (\$/año)	Período de recuperación de la inversión (meses)	Rendimiento de la inversión⁴ (porcentaje)
Reemplazo					
Controladores de nivel Alto venteo a bajo venteo	380	166	498	9	31
Controladores de presión Alto venteo a bajo venteo	1,340	228	684	24	42
Airset metal to soft-seat	77	219	657	1.4	>800
Readaptación					
Controladores de nivel Mizer	500	219	657	9	131
Orificio grande a pequeño	30	184	552	<1	>1,800
Boquilla grande a pequeña	140	131	393	4	>250
Controladores de presión Orificio grande a pequeño	30	184	552	<1	>1,800
Mantenimiento					
Todos los tipos Reducción de presión de suministro	153	175	525	4	>300
Reparación de fugas, reajuste	23	44	132	2	>500
Controladores de nivel Cambio de ajuste de ganancia	0	88	264	inmediato	---
Posicionadores Extracción de innecesarios	0	158	474	inmediato	---
¹ Los costos de implementación representan costos promedios de los instrumentos neumáticos marca Fisher instalados. ² Reducción de tasa de venteo = cambio en volumen de venteo, pies cúbicos estándar/hora x 8,760 horas/año. ³ Ahorros basados en costo de gas de \$3.00/mil pies cúbicos. ⁴ Rendimiento de la inversión (ROI, siglas en inglés) calculado por 5 años.					

Cuadro 5: Casos de estudio sobre readaptaciones para reducir fugas de gas en instalaciones de socios de Natural Gas STAR

Estudio	Costos de implementación (\$)	Reducción de emisiones (mil pies cúbicos/año)	Ahorros anuales (\$/año)	Período de recuperación de la inversión (meses)	Rendimiento de la inversión (%)
Compañía 1:					
Plataforma 1	6,405	2,286	6,858	11	104
Plataforma 2	9,900	3,592	10,776	11	106
Readaptación de controladores de nivel de líquido	3,885	1,717	5,151	9	131
Compañía 2:					
Por dispositivo	500	219	\$657	9	129

Los casos de estudio del Cuadro 5 anterior presentan los análisis realizados y los ahorros logrados por dos participantes de Natural Gas STAR que instalaron kits de readaptación en sus instalaciones de producción de gas.

Paso 5: Desarrollar un plan de implementación. Después de identificar los dispositivos neumáticos que de manera rentable pueden reemplazarse, readaptarse o someterse a servicio de mantenimiento, diseñe un plan sistemático para implementar los cambios requeridos. Éste puede incluir modificar el programa actual de inspección y mantenimiento y priorizar el reemplazo o las readaptaciones. Puede ser más económico reemplazar simultáneamente todos los dispositivos que cumplen con los criterios técnicos y económicos de su análisis para minimizar los costos de mano de obra y la interrupción de las operaciones.

Cuando un dispositivo neumático está al final de su vida útil y se ha programado su reemplazo, siempre que sea posible debe reemplazarse con un modelo de bajo venteo, en lugar de un nuevo dispositivo de alto venteo.

Algunas alternativas implementadas por los participantes como alternativas a los dispositivos neumáticos activados por gas son sistemas de aire para instrumentación, gas de nitrógeno, controladores de válvulas eléctricas y sistemas de control mecánico.

★ **Aire para instrumentación.** Estos sistemas sustituyen el gas natural con aire seco comprimido en los dispositivos neumáticos, eliminando de esta manera por completo las emisiones de metano. Los sistemas de aire para instrumentación normalmente se instalan en instalaciones que tienen una alta concentración de válvulas de control neumático y presencia de operador a tiempo completo (por ejemplo, la mayoría de plantas de procesamiento de gas usan aire para instrumentación para dispositivos neumáticos). El mayor costo asociado con los sistemas de aire para instrumentación son capital y energía. Los sistemas de aire para instrumentación son activados por compresores eléctricos y requieren la instalación de deshidratadores y tanques de volumen para filtrar, secar y almacenar el aire para instrumentación. En general, los par-

Otras tecnologías

participantes han determinado que la implementación rentable de sistemas de aire para instrumentación está limitada a instalaciones de campo con alimentación eléctrica disponible a través de compañías de servicio público o autogenerada. El estudio de Lecciones Aprendidas, “Convierta los controles neumáticos de gas a aire comprimido para instrumentación”, proporciona una descripción detallada del proceso de decisión técnico y económico requerido para evaluar la conversión de dispositivos neumáticos de gas a aire comprimido para instrumentación.

- ★ **Gas de nitrógeno.** A diferencia de los sistemas de aire para instrumentación que requieren gastos de capital y alimentación eléctrica, estos sistemas sólo requieren la instalación de un cilindro de nitrógeno líquido criogénico, el cual se reemplaza periódicamente, y un vaporizador de nitrógeno líquido. El sistema usa un regulador de presión para controlar la expansión del gas de nitrógeno (es decir, el gas presurizado) a medida que éste ingresa al sistema de control. La principal desventaja de estos sistemas es el costo del nitrógeno líquido y el potencial peligro de seguridad asociado con el uso de líquidos criogénicos.
- ★ **Controladores eléctricos de válvulas.** Gracias a los avances tecnológicos, está aumentando el uso de instrumentación de control electrónico. Estos sistemas utilizan pequeños motores eléctricos para operar las válvulas y por lo tanto no liberan metano en la atmósfera. Si bien requieren un suministro constante de electricidad y tienen un alto costo de operación, tienen la ventaja de que no requieren el uso de gas natural ni un compresor para la operación.
- ★ **Sistemas de control mecánicos.** Estos dispositivos se han usado ampliamente en la industria de gas natural y petróleo. Funcionan mediante el uso de una combinación de resortes, palancas, canales de flujo y volantes de mano. Si bien tienen un diseño simple y no requieren gas natural ni suministro de alimentación eléctrica para funcionar, su aplicación es limitada por la necesidad de que la válvula de control esté cerca del sistema de medición del proceso. Además estos sistemas no pueden manejar grandes fluctuaciones de flujo y no tienen la sensibilidad que tienen los sistemas neumáticos.

Cada una de estas opciones tiene ventajas y desventajas específicas. En los casos en que los participantes de Natural Gas STAR instalen estos sistemas para reemplazar dispositivos neumáticos activados a gas, deben reportar las reducciones resultantes de emisiones y reconocer los ahorros.

Lecciones aprendidas

La experiencia de un socio

Marathon Oil Company evaluó 158 dispositivos de control neumático en 50 plantas de producción usando el muestreador Hi Flow® para medir emisiones. La mitad de estos controladores se identificó como dispositivos sin venteo (por ej., válvulas de descarga ponderada, reguladores de accionamiento por resorte, controladores de temperatura capilar protegidos, interruptores de presión sin venteo). Se identificó como dispositivos de alto venteo a 35 de 67 controladores de nivel, 5 de 76 controladores de presión y 1 de 15 controladores de temperatura. Las emisiones de gas medidas fueron 583 pies cúbicos estándar por hora en total; 86 por ciento de las emisiones procedieron de los controladores de nivel, con fugas de hasta 48 pies cúbicos estándar por hora y en promedio 7.6 pies cúbicos estándar por hora. Marathon concluyó que los “dispositivos de control con mayores emisiones pueden identificarse cualitativamente por sonido antes de la medición de la fuga, lo cual hace innecesario medir cuantitativamente las emisiones de metano con equipo tecnológicamente avanzado”.

La experiencia de un socio

Union Pacific Resources reemplazó 70 dispositivos neumáticos de alto venteo con dispositivos neumáticos de bajo venteo y readaptó 330 dispositivos neumáticos de alto venteo. Como resultado, este participante calculó una reducción total de emisiones de metano de 49.6 millones de pies cúbicos por año. Suponiendo un precio de gas de \$3 por mil pies cúbicos, los ahorros corresponden al orden de \$148,800. El costo de reemplazar y readaptar todos los dispositivos, inclusive materiales y mano de obra, fue \$118,500, lo cual resulta en un período de recuperación de la inversión de menos de un año.

Las lecciones aprendidas de los participantes de Natural Gas STAR son:

- ★ Si escucha o siente las emisiones, reemplace el dispositivo. Si las emisiones pueden escucharse o sentirse, es una indicación de que las emisiones son suficientemente significativas para requerir acción correctiva.
- ★ La frecuencia de ciclo de la válvula de control es una indicación de emisiones excesivas. Cuando los dispositivos funcionan más de una vez por minuto, pueden reemplazarse o readaptarse de manera rentable.
- ★ Las especificaciones de volumen de venteo indicadas por el fabricante no son necesariamente las que experimentarán los usuarios. Los volúmenes reales de venteo generalmente excederán las especificaciones del fabricante debido a que las condiciones de operación pueden ser diferentes a los supuestos del fabricante, y dependen también del ambiente de instalación y del mantenimiento.
- ★ Combine la readaptación o reemplazo de equipos con mejores actividades de mantenimiento. No pase por alto soluciones simples tales como reemplazar tubos o accesorios o cambiar la disposición de los controladores.
- ★ Los orificios pequeños de los dispositivos de bajo venteo y de los kits de readaptación pueden obstruirse debido a desechos y corrosión de los tubos. Por lo tanto, las tuberías y gasoductos de suministro neumático deben lavarse antes de realizar una readaptación con dispositivos de orificios más pequeños, y los filtros de gas deben recibir un buen mantenimiento.

- ★ Al reemplazar sistemas de control neumático activados por gas natural presurizado, ya sea con sistemas de aire para instrumentación o de otro tipo, no olvide considerar los ahorros provenientes de la reducción resultante de emisiones de metano.
- ★ Incluya la reducción de emisiones de metano provenientes de dispositivos neumáticos en los informes anuales presentados como parte del Programa de Natural Gas STAR.

Nota: La información de costo provista en este documento se basa en cálculos para Estados Unidos. Los costos de equipo, mano de obra y el valor del gas variarán dependiendo del lugar, y podrían ser mayores o menores que en los Estados Unidos. La información sobre costo presentada en este documento solamente debe usarse como guía al determinar si las tecnologías y las prácticas son convenientes económicamente para sus operaciones.

Referencias

Burlage, Brian, Fisher Controls International, Inc., contacto personal.

Colwell, Chris, Masoneilan, contacto personal.

Fisher Controls International, Inc. *Pneumatic Instrument Gas Bleed Reduction Strategy and Practical Application*.

Frese, Jack, Norriseal, contacto personal.

Garvey, J. Michael, DFC Becker Operations, contacto personal.

Hankel, Bill, Ametek - División PMT, contacto personal.

Henderson, Carolyn, U.S. EPA Natural Gas STAR Program, contacto personal.

Husson, Frank, ITT Barton, contacto personal.

Loupe, Bob, Control Systems Specialist Inc., contacto personal.

Murphy, John, Bristol Babcock, contacto personal.

Radian Corporation. *Pneumatic Device Characterization*. Draft Final Report, Gas Research Institute and U.S. Environmental Protection Agency, enero de 1996.

Tingley, Kevin, U.S. EPA Natural Gas STAR Program, contacto personal.

Wilmore, Martin R., Shafer Valve Company, contacto personal.

Ulanski, Wayne. *Valve and Actuator Technology*. McGraw-Hill, 1991.

Apéndice A

La siguiente tabla contiene los volúmenes de venteo declarados por los fabricantes. Se incluyen, cuando es posible, los volúmenes reales de venteo. Ocurrirán discrepancias debido a una variedad de razones, entre ellas:

- ★ Mantenimiento.
- ★ Condiciones de operación.
- ★ Diferencias entre los supuestos del fabricante y los de operación.

Es importante anotar que la información del fabricante no ha sido verificada por terceros y pueden existir grandes diferencias entre los volúmenes de venteo declarados por los fabricantes y los hallados durante las operaciones. A menos que tengan información completa disponible, las compañías deben tener cuidado al comparar los volúmenes de venteo en unidades estándar (pies cúbicos por hora) en las comparaciones de fabricantes y modelos. Durante este estudio hallamos que los fabricantes presentaron información sobre una amplia gama de unidades y supuestos de operación diferentes.

Volumen de venteo de diversos dispositivos neumáticos			
Modelo de controlador	Tipo	Índice de consumo (pies cúbicos por hora)	
		Datos del fabricante	Datos de campo (si están disponibles)
Dispositivos neumáticos de alto venteo			
**Fisher Serie 4100	Controlador de presión (orificio grande)	35	
**Fisher Serie 2500	Controladores de nivel de líquido (P.B. en rango medio)	10-34	44-72
*Invalco AE-155	Controlador de nivel de líquido		44-63
*Productos Moore – Modelo 750P	Posicionador	42	
*Invalco Serie CT	Controladores de nivel de líquido	40	34-87
**Fisher 4150/4160K	Controlador de presión (P.B. 0 ó 10)	2.5-29	
**Fisher 546	Transductor	21	
**Fisher 3620J	Posicionador electro-neumático	18.2	
Foxboro 43AP	Controlador de presión	18	
**Fisher 3582i	Posicionador electro-neumático	17.2	
**Fisher Serie 4100	Controlador de presión (orificio pequeño)	15	
**Fisher DVC 6000	Posicionador electro-neumático	14	
**Fisher 846	Transductor	12	
**Fisher 4160	Controlador de presión (P.B.0.5)	10-34	
**Fisher 2506	Controlador de receptor (P.B.0.5)	10	
**Fisher DVC 5000	Posicionador electro-neumático	10	
**Masoneilan 4700E	Posicionadores	9	
**Fisher 3661	Posicionador electro-neumático	8.8	

**Fisher 646	Transductor	7.8	
**Fisher 3660	Posicionador neumático	6	
**ITT Barton 335P	Controlador de presión	6	
*Ametek Serie 40	Controladores de presión	6	
Dispositivos neumáticos de bajo venteo o sin venteo			
**Masoneilan SV	Posicionadores	4	
**Fisher Serie 4195	Controladores de presión	3.5	
**ITT Barton 273A	Transmisor de presión	3	
**ITT Barton 274A	Transmisor de presión	3	
**ITT Barton 284B	Transmisor de presión	3	
**ITT Barton 285B	Transmisor de presión	3	
**Bristol Babcock Serie 5457-70F	Transmisor	3	
**Bristol Babcock Serie 5453-Modelo 624-II	Controladores de nivel de líquido	3	
**Bristol Babcock Serie 5453-Modelo 10F	Controladores de presión	3	
**Bristol Babcock Serie 5455 Modelo 624-III	Controladores de presión	3	
**ITT Barton 358	Controlador de presión	1.8	
**ITT Barton 359	Controlador de presión 1.8	1.8	
**Fisher 3610J	Posicionador neumático	16	
**Bristol Babcock Serie 502 A/D	Controladores neumáticos de registro	<6	
**Fisher 4660	Piloto de baja/alta presión	<5	
**Bristol Babcock Serie 9110-00A	Tranductores	0.42	
Fisher Serie 2100	Controladores de nivel de líquido	1	
**Fisher 2680	Controladores de nivel de líquido	<1	
*Norriseal 1001 (A) (snap)	Controlador de nivel de líquido	0.2	0.2
*Norriseal 1001 (A) (Envirosave)	Controlador de nivel de líquido	0	0
*Norriseal 1001 (A) (regulador)	Controlador de nivel de líquido	0.007	0.007
**Becker VRP-B-CH	Sistema de control de presión piloto de doble acción (reemplaza a los controladores y posicionadores)	0-10	
**Becker HPP-5	Posicionador neumático (doble acción)	0-10	
**Becker EFP-2.0	Posicionador electro-neumático	0	
**Becker VRP-SB	Sistema de control de presión piloto de acción simple (reemplaza a los controladores y posicionadores)	0	

**Controlador Becker VRP-SB GAP	Reemplaza a los controladores tipo "vacío" neumático	0	
**Controlador Becker VRP-SB-PID	Sistema de control de presión piloto de acción simple diseñado específicamente para alimentadores del tipo para planta generadora de energía eléctrica (reemplaza a los controladores y posicionadores)	0	
**Becker VRP-SB-CH	Sistema de control de presión piloto de acción simple (reemplaza a los controladores y posicionadores)	0	
**Becker HPP-SB	Posicionador neumático (acción simple)	0	
Modelo de accionador	Tamaño	Datos del fabricante	Datos de campo
*Shafer Serie RV	33 pulg. x 32 pulg.	1,084	
Válvula de álabes giratorios	36 pulg. x 26 pulg.	768	
Accionadores	26 pulg. x 22 pulg.	469	
	25 pulg. x 16 pulg.	323	
	20 pulg. x 16 pulg.	201	
	16.5 pulg. x 16 pulg.	128	
	14.5 pulg. x 14 pulg.	86	
	12.5 pulg. x 12 pulg.	49	
	12 pulg. x 9 pulg.	22	
	11 pulg. x 10 pulg.	32	
	9 pulg. x 7 pulg.	12	
	8 pulg. x 6.5 pulg.	8	
	6.5 pulg. x 3.5 pulg.	6	
	5 pulg. x 3 pulg.	6	
Modelo de accionador	Tamaño	Número de carreras de acción rápida por pie cúbico	Número de carreras de regulación por pie cúbico
**Accionadores de válvula Fisher	20	21	39
**Accionadores de válvula Fisher	30	12	22
**Accionadores de válvula Fisher	34/40	6	10
**Accionadores de válvula Fisher	45/50	3	5
**Accionadores de válvula Fisher	46/50	2	3
* Última actualización en 1996.			
** Última actualización en 2001.			

Apéndice B

Controladores compatibles con readaptaciones MIZER	
Tipo	Marca/número de modelo
Controladores de nivel de líquido	C.E. Invalco – 215, 402, AE-155
	Norriseal – 1001, 1001A
Controladores de presión	Norriseal - 4300
Precios de venta minorista sugeridos para diversos dispositivos neumáticos de bajo venteo (cálculos basados en la información disponible al momento de la publicación)	
Marca/modelo	Precio por dispositivo
**ITT Barton 335P (controlador de presión)	\$920
**ITT Barton 273A (transmisor de presión)	\$1,010
**ITT Barton 274A (transmisor de presión)	\$1,385
**ITT Barton 284B (transmisor de presión)	\$1,605
**ITT Barton 285B (transmisor de presión)	\$1,990
**ITT Barton 340E (controlador de registro de presión)	\$1,400
**ITT Barton 338E (controlador de registro)	\$2,800
**Ametek Serie 40 (controladores de presión)	\$1,100 (costo medio)
**Becker VRP-B-CH	\$1,575
**Becker HPP-5	\$1,675
**Becker VRP-SB	\$1,575-\$2,000
**Becker VRP-SB-CH-PID	\$2,075
**Becker VRP-SB-CH	\$1,575
**Becker HPP-SB	\$1,675
**Kits de readaptación Mizer	\$400-\$600
**Fisher 67AFR (reguladores airset)	\$80
**Fisher 2680 (controladores de nivel de líquido)	\$380
**Fisher 4195 (controladores de presión)	\$1,340
**Bristol Babcock Serie 9110-00A (transductores)	\$1,535-\$1,550
**Bristol Babcock Serie 5453 (controladores)	\$1,540
**Bristol Babcock Serie 5453 40 G (controladores de temperatura)	\$3,500
**Bristol Babcock Serie 5457-624 II (controladores)	\$3,140
**Bristol Babcock Serie 502 A/D (controladores de registro)	\$3,000
**Bristol Babcock Serie 5455-624 III (controladores de presión)	\$1,135
**Bristol Babcock Serie 5453-624 II (controladores de nivel de líquido)	\$2,345
**Bristol Babcock Serie 5453-10F (controladores de presión)	\$1,440
* Última actualización en 1996.	
** Última actualización en 2001.	



Agencia de Protección del Medio
Ambiente de los Estados Unidos
Aire y Radiación (6202J)
1200 Pennsylvania Ave., NW
Washington, DC 20460

EPA-430-B-03-004S
Julio de 2003